

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 01 958.4

**Anmeldetag:** 19. Januar 2002

**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Überwachung der Betriebsbereitschaft  
mindestens eines einer elektronischen Einheit zuge-  
ordneten Speicherelements

**IPC:** G 11 C 16/30

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-  
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. Februar 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*J. Müller*

Waasmaier

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

12.12.2001

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zur Überwachung der Betriebsbereitschaft  
mindestens eines einer elektronischen Einheit zugeordneten  
Speicherelements

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung der  
Betriebsbereitschaft mindestens eines Speicherelements, das  
einer elektronischen Einheit zugeordnet ist, und eine  
elektronische Einheit zur Durchführung des Verfahrens. Die  
Erfindung betrifft weiterhin ein Computerprogramm zur  
Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

20

Stand der Technik

In elektronischen Einheiten, wie bspw. in  
Motorsteuergeräten, werden zur Speicherung von Programmcode  
25 bspw. Flash-EPROMs verwendet. Auf modernen Controllern ist  
es außerdem üblich, Flash-Speicherelemente zu integrieren,  
um möglichst schnell Programme ausführen zu können. Dabei  
ist jedoch zu beachten, daß das integrierte Flash-  
Speicherelement wesentlich teurer ist als ein externer  
30 Flash-Speicher-IC, der im Vergleich zu diesem jedoch  
langsamer ist. Aus diesem Grunde werden für Programmteile,  
die nicht die Leistungsfähigkeit des gesamten Systems

beeinflussen, externe (stand-alone) Flash-Speicher-ICs eingesetzt.

Hierbei stellt sich das Problem, daß die verschiedenen ICs  
5 für Rechner und Speicher in verschiedenen Technologien  
gefertigt sind und daher mit unterschiedlichen  
Betriebsspannungen arbeiten. Selbst auf dem Rechner können  
die Betriebsspannungen für den Rechnerkern und die  
Betriebsspannung des Flash-Speichers technologiebedingt  
10 unterschiedlich sein. In der Regel ist die Betriebsspannung  
des Flash-Speichers höher als die des Rechnerkerns. Der  
Programmablauf ist aber nur dann sichergestellt, wenn die  
Betriebsspannung für den Speicher, auf dem das zur  
Ausführung kommende Programm gespeichert ist, und für den  
15 Rechnerkern innerhalb einer spezifizierten Toleranzschwelle  
liegt.

Für einen Versorgungsspannungseinbruch der Motorsteuerung  
sind Unterspannungserkennungen der Betriebsspannungen mit  
20 dazugehöriger Fehlerbehandlung notwendig.

Aus der Druckschrift DE 196 01 804 A1 sind ein Verfahren  
und eine Vorrichtung zum Überwachen einer elektronischen  
Recheneinheit bekannt. Bei dem beschriebenen Verfahren wird  
25 nach einer Initialisierung der Recheneinheit bei einer  
Störung der Versorgungsspannung von einer  
Spannungsüberwachungseinrichtung an die Recheneinheit ein  
Reset-Signal abgegeben und der Betriebszustand der  
Recheneinheit nach Auftreten des Signals durch Vergleich  
30 eines Inhalts einer flüchtigen Speichereinrichtung mit  
einem fest vorgegebenen Code überprüft. Anhand dieser  
Überprüfung wird eine Entscheidung bezüglich des weiteren

Steuerungsablaufs getroffen. Nach Auslösen eines Reset-Signals wird der Inhalt einer flüchtigen Speichereinrichtung mit einem vorgegebenen Code verglichen. Somit wird bei jedem Reset-Signal eine Überprüfung in Gang  
5 gesetzt, bei der getestet wird, ob der Inhalt des flüchtigen Speichers noch vollständig vorhanden ist. Damit können Störungen der Spannungsversorgung, die Fehler in der Recheneinheit verursachen, von solchen Störungen der Spannungsversorgung unterschieden werden, die keine Fehler  
10 in der Recheneinheit hervorrufen.

Je nach Stärke eines Versorgungsspannungseinbruchs kann es dazu kommen, daß die höchste Betriebsspannung für einen Teil des Flash-Speichers nicht mehr ausreicht, aber die  
15 anderen Betriebsspannungen für die anderen Flash-Teile und den Rechnerkern noch in der spezifizierten Toleranz sind. Der normale Programmablauf ist damit aber nicht mehr möglich, weil davon ausgegangen wird, daß immer der gesamte Flash-Speicher zur Verfügung stehen muß.

20 Üblicherweise wird eine Unterspannung auf der Betriebsspannung über einen Schwellwert mit Hysterese erkannt. Voraussetzung dafür ist jedoch, daß der Schwellwert höher ist als die Mindestbetriebsspannung des Speichers, jedoch auch kleiner als die geringste durch  
25 Störungen auftretende Betriebsspannung. Ist die Betriebsspannung des Flash-Speichers sehr eng toleriert, ist eine solche Auswertung allerdings nicht mehr möglich.

30 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Überwachung der Betriebsbereitschaft mindestens eines Speicherelements, das einer elektronischen Einheit zugeordnet ist. Die Betriebsbereitschaft des Speicherelements bzw. der  
5 Speicherelemente wird dadurch überprüft, daß eine Versorgungsspannung der elektronischen Einheit überwacht wird. Auf diese Weise kann die fehlerfreie Funktionsweise der gesamten elektronischen Einheit sichergestellt werden.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht insbesondere die Überwachung mehrerer Speicherelemente, sowohl externer als auch interner, die unterschiedliche Betriebsspannungen benötigen, und ermöglicht auch eine Aussage darüber zu treffen, welche der unterschiedlichen Speicherelemente bei  
15 einer bestimmten Versorgungsspannung noch betriebsbereit sind.

Statt der Überwachung der Betriebsspannung bzw. der Betriebsspannungen des mindestens einen Speicherelements  
20 wird somit die Versorgungsspannung der elektronischen Einheit, bspw. einer Motorsteuerung, überwacht. Damit ist ein rechtzeitiges Erkennen der Unterschreitung der Betriebsspannung an dem mindestens einen Speicherelement möglich.

25 Die Auswertung der Schwellwertunterschreitung bspw. mit einer vorgesehenen Recheneinheit kann je nach Anforderung an Genauigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit, auch in Abhängigkeit vom Gesamtkonzept für die Motorsteuerung,  
30 unterschiedlich erfolgen.

Eine Möglichkeit sieht vor, daß die Versorgungsspannung zunächst heruntergeteilt wird. Die heruntergeteilte Versorgungsspannung kann dann bspw. mit einem Analog-Digital-Converter (ADC) vorzugsweise zyklisch gemessen, mit  
5 einem allgemeinen Eingang (General Purpose Input) der Recheneinheit zyklisch eingelesen (polling) und/oder an einem Interrupt-Eingang der elektronischen Recheneinheit ausgewertet werden.

10 Eine andere Möglichkeit sieht vor, daß die Versorgungsspannung in einen Komparator eingegeben wird, dessen Ausgangssignal zur Überwachung der Versorgungsspannung ausgewertet wird. Die Auswertung erfolgt bspw. dadurch, daß das Ausgangssignal an einem  
15 allgemeinen Eingang (General Purpose Input) der elektronischen Recheneinheit zyklisch eingelesen (polling) und/oder an einem Interrupt-Eingang der elektronischen Recheneinheit ausgewertet wird.

20 In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß zusätzlich noch die Betriebsspannung des mindestens einen Speicherelements überwacht wird.

Sind z. B. mehrere Speicherelemente vorgesehen, die  
25 unterschiedlich hohe Betriebsspannungen benötigen, kann bei der Erkennung einer Unterspannung an einem Speicherelement von der Recheneinheit nur noch Programmcode aus Speicherelementen abgearbeitet werden, an denen eine ausreichende Betriebsspannung anliegt. Damit kann bspw. bei  
30 einem Kraftfahrzeug eine eingeschränkte Funktionalität (z. B. beim Start) weiter gewährleistet werden. Sobald erkannt wird, daß die Betriebsspannung für alle Speicherelemente

bzw. für alle Teile eines Speicherelements, bspw. eines Flash-Speicherelements, im spezifizierten Bereich liegt, kann wieder der gesamte Programmcode genutzt werden.

5 Die erfindungsgemäße elektronische Einheit, bspw. ein Motorsteuergerät, ist mit einer bestimmten Versorgungsspannung betrieben. Der Einheit ist mindestens ein Speicherelement zugeordnet. Speicherelemente können Flash-Speicherelemente aber auch andere bekannte  
10 Speicherelemente sein, wobei auch Speicherelemente unterschiedlichen Typs verwendet werden können. Die elektronische Einheit ist so ausgebildet, daß zur Überwachung der Betriebsfähigkeit des mindestens einen Speicherelements eine Überwachung der Versorgungsspannung  
15 der elektronischen Einheit vorgesehen ist.

Zur Überwachung dient eine geeignete Einrichtung, die es anhand der überwachten Versorgungsspannung der elektronischen Einheit erlaubt festzustellen, welche der  
20 Speicherelemente betriebsbereit sind. Somit kann der sichere Betrieb der gesamten elektronischen Einheit gewährleistet werden.

Vorzugsweise weist die elektronische Einheit eine  
25 Recheneinheit, bspw. einen Mikroprozessor oder einen Controller, auf.

In Ausgestaltung der Erfindung ist zur Überwachung der Versorgungsspannung ein Analog-Digital-Converter (ADC)  
30 vorgesehen. Eine alternative Ausführungsform sieht vor, daß zur Überwachung der Versorgungsspannung ein Komparator vorgesehen ist.

Selbstverständlich ist eine Ausführungsform möglich, bei der sowohl ein Komparator als auch ein Analog-Digital-Converter vorgesehen ist, so daß die unterschiedlichen  
5 Verfahren zur Überwachung der Versorgungsspannung beliebig kombiniert werden können, um eine gewünschte Redundanz zu erzielen.

Das erfindungsgemäße Computerprogramm umfaßt  
10 Programmcodemittel, um ein vorstehend beschriebenes Verfahren durchzuführen. Dieses kommt dabei auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit zur Ausführung. Die Recheneinheit ist vorzugsweise eine elektronische Recheneinheit in einer erfindungsgemäßen  
15 elektronischen Einheit.

Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt sieht vor, daß die Programmcodemittel auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind.

20

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die  
25 nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

30 Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.



Figur 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen elektronischen Einheit in schematischer Darstellung.

5

Figur 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Flußdiagramm.

10 In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße elektronische Einheit, in diesem Fall ein Motorsteuergerät 10, schematisch dargestellt. Zu erkennen sind eine elektronische Recheneinheit 12, nämlich ein Controller 12, ein Analog-Digital-Converter (ADC) 14, ein Komparator 16, ein erstes  
15 Speicherelement 18 und ein zweites Speicherelement 20. Die Speicherelemente 18 und 20 sind in diesem Fall Flash-Speicherelemente 18 und 20.

Der Controller 12 verfügt über einen allgemeinen Eingang 22  
20 und einen Interrupt-Eingang 24. Die benötigte Betriebsspannung des Controllers 12 unterscheidet sich von den erforderlichen Betriebsspannungen des ersten und des zweiten Speicherelements 18 und 20, die wiederum unterschiedlich hohe Betriebsspannungen benötigen.

25

Zur Überwachung der Betriebsbereitschaft der beiden Speicherelemente 18 und 20 wird die Versorgungsspannung des Motorsteuergeräts 10 herangezogen. Dabei gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. So kann die  
30 Versorgungsspannung des Motorsteuergeräts 10 zunächst heruntergeteilt werden und die heruntergeteilte Versorgungsspannung dann mit dem ADC 14 gemessen, an dem

allgemeinen Eingang 22 eingelesen und/oder an dem Interrupt-Eingang 24 ausgewertet werden.

Alternativ dazu oder auch ergänzend kann die

5 Versorgungsspannung in den Komparator 16 eingegeben werden, dessen Ausgangssignal dann zur Auswertung an dem allgemeinen Eingang 22 vorzugsweise zyklisch eingelesen oder an dem Interrupt-Eingang 24 ausgewertet wird.

10 In Figur 2 ist anhand eines Flußdiagramms ein erfindungsgemäßes Verfahren wiedergegeben. Mit einem Schritt 30 wird das Motorsteuergerät 10 in Betrieb genommen. Zur Überwachung der Betriebsbereitschaft der beiden Speicherelemente 18 und 20 wird in einem Schritt 32  
15 die Versorgungsspannung des Motorsteuergeräts 10 überwacht. Wird anhand der Versorgungsspannung festgestellt, daß bspw. nur noch das erste Speicherelement 18 betriebsbereit ist, wird der Controller 12 in einem Schritt 34 nur noch  
20 Programmcode aus diesem Speicherelement 18 auslesen und abarbeiten und zwar solange, bis die Betriebsspannung auch des zweiten Speicherelements 20 wieder im spezifizierten Bereich ist.

Ergibt die Überwachung keinen Unterschwellenwert wird in  
25 einem Schritt 36 Programmcode aus beiden Speicherelementen 18 und 20 bearbeitet.

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß die Anforderungen an die  
30 Versorgungsspannung der Motorsteuerung 10 geringer als an die Betriebsspannungen der Speicherelemente 18 und 20 sind, weil kurzzeitige Spannungseinbrüche, bspw. beim Start des

Kraftfahrzeugs, insbesondere mit einer schwachen Batterie,  
und/oder im Fahrbetrieb überbrückt werden können.

12.12.2001

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

### Ansprüche

- 10 1. Verfahren zur Überwachung der Betriebsbereitschaft mindestens eines einer elektronischen Einheit (10) zugeordneten Speicherelements (18, 20), bei dem eine Versorgungsspannung der elektronischen Einheit (10) überwacht wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Überwachung der Versorgungsspannung dadurch erfolgt, daß diese zunächst heruntergeteilt wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die heruntergeteilte Versorgungsspannung mit einem Analog-Digital-Converter (14) zyklisch gemessen wird.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die heruntergeteilte Versorgungsspannung an einem allgemeinen Eingang (22) einer elektronischen Recheneinheit (12) zyklisch eingelesen wird.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die heruntergeteilte Versorgungsspannung an einem Interrupt-Eingang (24) einer elektronischen Recheneinheit (12) ausgewertet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 , bei dem die Versorgungsspannung in einen Komparator (16) eingegeben wird, dessen Ausgangssignal zur Überwachung der Versorgungsspannung ausgewertet wird.

5

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das Ausgangssignal des Komparators (16) an einem allgemeinen Eingang (22) einer elektronischen Recheneinheit (12) zyklisch eingelesen wird.

10

8. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das Ausgangssignal des Komparators (16) an einem Interrupt-Eingang (24) einer elektronischen Recheneinheit (12) ausgewertet wird.

15

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem zusätzlich zur Versorgungsspannung der elektronischen Einheit (10) die Betriebsspannung des mindestens einen Speicherelements (18, 20) überwacht wird.

20

10. Elektronische Einheit, die mit einer Versorgungsspannung betrieben und der mindestens ein Speicherelement (18, 20) zugeordnet ist, wobei die elektronische Einheit (10) so ausgebildet ist, daß zur Überwachung der Betriebsfähigkeit des mindestens einen Speicherelements (18, 20) eine Überwachung der Versorgungsspannung der elektronischen Einheit (10) vorgesehen ist.

25

11. Elektronische Einheit nach Anspruch 10, die eine elektronische Recheneinheit (12) aufweist.

30

12. Elektronische Einheit nach Anspruch 10 oder 11, bei der das mindestens eine Speicherelement (18, 20) ein Flash-Speicherelement (18, 20) ist.

5 13. Elektronische Einheit nach einem der Ansprüche 10 bis 13, bei der zur Überwachung der Versorgungsspannung ein Analog-Digital-Converter (14) vorgesehen ist.

10 14. Elektronische Einheit nach einem der Ansprüche 10 bis 13, bei der zur Überwachung der Versorgungsspannung ein Komparator (16) vorgesehen ist.

15 15. Computerprogramm mit Programmcodemitteln, um ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit, insbesondere einer Recheneinheit (12) in einer elektronischen Einheit (10) nach Anspruch 11, durchgeführt wird.

20 16. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit, insbesondere einer  
25 Recheneinheit (12) in einer elektronischen Einheit (10) nach Anspruch 11, durchgeführt wird.

12.12.2001

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren zur Überwachung der Betriebsbereitschaft  
mindestens eines einer elektronischen Einheit zugeordneten  
Speicherelements

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Überwachung der

15 Betriebsbereitschaft von Speicherelementen (18, 20)  
vorgestellt, die einer elektronischen Einheit (10), bspw.  
einem Motorsteuergerät (10), zugeordnet sind. Weiterhin  
wird eine elektronische Einheit (10) zur Durchführung des  
Verfahrens und ein Computerprogramm sowie ein  
20 Computerprogrammprodukt beschrieben. Bei dem vorgestellten  
Verfahren wird zum Sicherstellen einer fehlerfreien  
Funktionsweise der Speicherelemente (18, 20) eine  
Versorgungsspannung der elektronischen Einheit (10)  
überwacht.

25

(Figur 1)

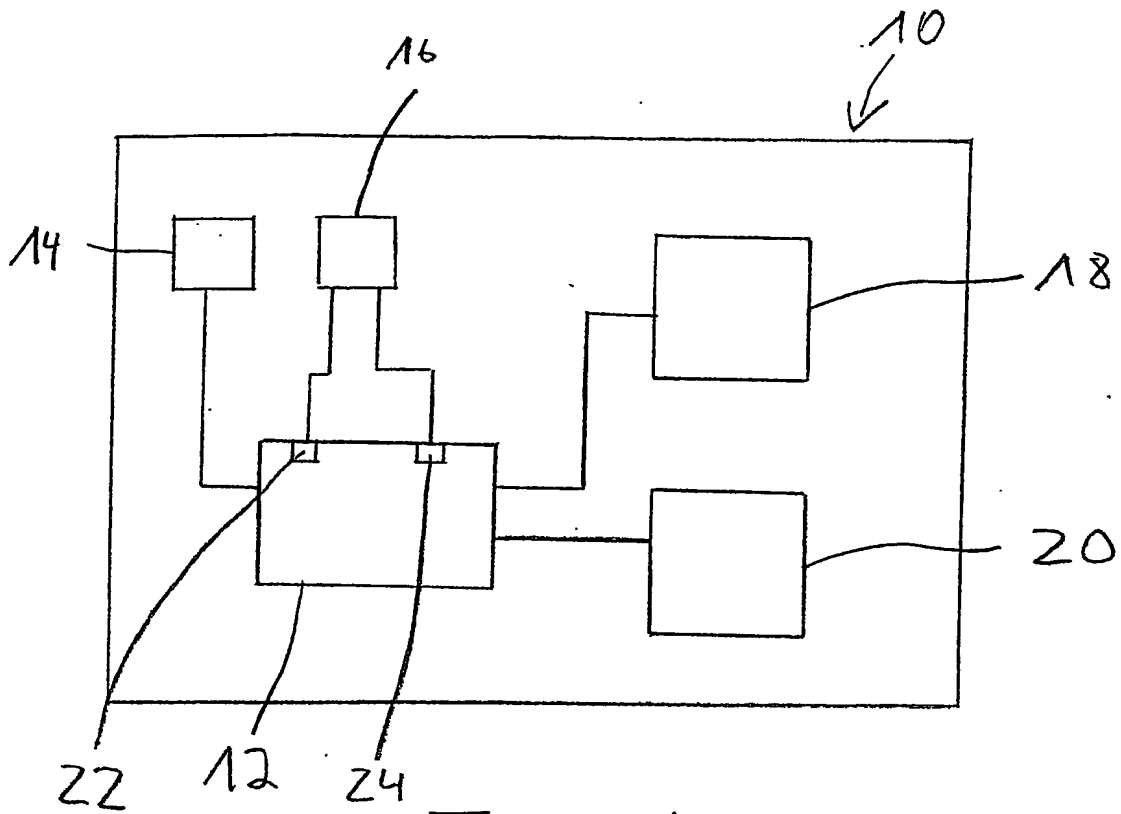


Fig. 1

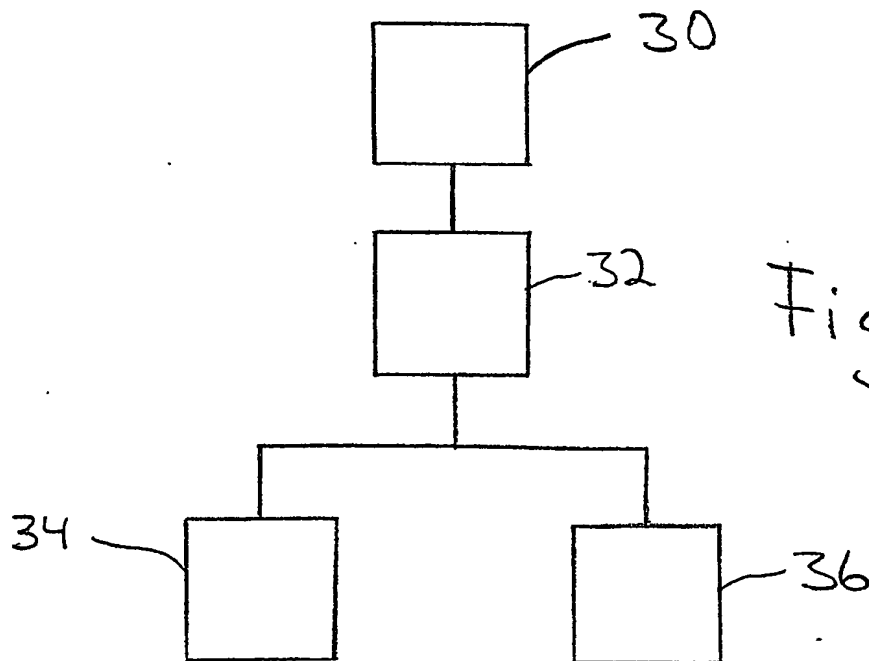


Fig. 2